

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-132213

(43)Date of publication of application : 06.05.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
C23C 16/44

(21)Application number : 02-251913

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 25.09.1990

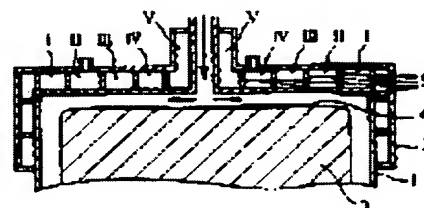
(72)Inventor : MATSUO NOZOMI  
KIKUTA TOSHIO

## (54) VAPOR PHASE GROWTH APPARATUS OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To easily execute a maintenance control operation without making an apparatus complicated and to obtain a crystal thin film whose film thickness, composition and impurity concentration are uniform by a method wherein a flow path, for cooling-liquid use, which is installed on the outer circumference of a reaction furnace is divided into two or more independent flow paths and the temperature and the flow rate of a cooling liquid can independently be adjusted for the individual flow paths.

**CONSTITUTION:** A partition plate 5 inside a cooling jacket 2 is formed to be a concentric-circle shape instead of a spiral shape; and the cooling jacket 2 is divided into five independent flow paths I, II, III, IV, V. The flow rate or the temperature of a cooling liquid can be adjusted and controlled independently of each other for the five independent flow paths. The flow rate and the temperature of cooling water are adjusted for the individual flow paths. The temperature of a raw-material gas is made nearly uniform at the upper part of an InP substrate 4; and the composition ratio of As is made uniform. Depending on the design of a reaction furnace, it is not always required to make the temperature of the raw-material gas uniform. In a word, the temperature and the flow rate of the cooling liquid are adjusted the temperature distribution of the raw-material gas and the surface temperature distribution of the substrate are adjusted; and a film thickness, a composition, an impurity concentration and the like are made uniform.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-132213

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)5月6日

H 01 L 21/205  
C 23 C 16/44

7739-4M  
8722-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体薄膜気相成長装置

⑯ 特 願 平2-251913

⑰ 出 願 平2(1990)9月25日

⑱ 発 明 者 松 尾 望 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

⑲ 発 明 者 菊 田 俊 夫 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

⑳ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 飯田 敏三

日 月 年 日 時 分 秒

#### 1. 発明の名称

半導体薄膜気相成長装置

#### 2. 特許請求の範囲

(1) 反応炉の外周に冷却液用の流路を設け、前記冷却液用の流路を2つ以上の独立した流路に分割して、この独立した流路各々に対して、冷却液の供給を可能とし、かつ冷却液の温度あるいは流量を各流路に対応して独立に調整可能としたことを特徴とする半導体薄膜気相成長装置。

(2) 反応容器がステンレス製あるいはアルミニウム製である請求項(1)記載の半導体薄膜気相成長装置。

(3) 半導体薄膜気相成長装置が有機金属化学気相成長装置である請求項(1)記載の半導体薄膜気相成長装置。

#### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体薄膜気相成長装置の反応炉の改良に関するものである。

(従来の技術)

第7図に従来の半導体薄膜気相成長装置として、有機金属化学気相成長装置を例にとり説明を行う。第7図はInP/InGaAsP系の半導体薄膜を作製する有機金属化学気相成長装置の一例を示すものである。第7図(イ)はその有機金属化学気相成長装置の反応炉の上部の断面図、(ロ)はその上部の上面冷却ジャケットの液路の説明図、(ハ)は(イ)の(a)部の拡大断面図である。図中1は石英あるいはステンレス鋼で作製された反応炉、2は冷却液用の通路を有する冷却ジャケット、3はカーボン製の基板保持台、4はInP単結晶基板、5は冷却ジャケット内に冷却液用の通路を形成するために設けられた仕切り板、6は冷却ジャケットに設けられた冷却液導入口、7は冷却ジャケットに設けられた冷却液排出口である。

InP/InGaAsP系の結晶薄膜をInP単結晶基板4

上に形成するためには、従来、高周波誘導加熱方式や抵抗加熱方式、赤外線加熱方式を用い、基板保持台3を加熱することによってInP基板4を500~800℃に加熱した状態で反応炉1内にH<sub>2</sub>ガスで希釈されたTMGa(トリメチルガリウム)、TMIn(トリメチルインジウム)等の有機金属ガス及びAsH<sub>3</sub>(アルシン)、PH<sub>3</sub>(フォスフィン)等の水素化金属ガス8を供給し、これらの原料ガスの熱分解反応を利用してInP基板4上にInP/InGaAsP系の結晶薄膜を形成する。例えばInP結晶薄膜を形成する場合にはH<sub>2</sub>ガス中に流量制御されたTMInとPH<sub>3</sub>を、InGaAsP結晶薄膜を形成する場合にはH<sub>2</sub>ガス中に流量制御されたTMIn、TMGaとAsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>をそれぞれ混合させる。また、半導体中のp形、n形を制御するためにはp形ではDMZn(ジメチル亜鉛)等、n形ではSiH<sub>4</sub>(モノシラン)等の不純物ガスを原料ガス中に混合させて、結晶薄膜中にZn、Si等をそれぞれにドーピングする。

この場合、結晶薄膜形成時には、反応炉内壁1

表面温度分布、ガス温度分布等があげられ、反応炉によってそれぞれこれらを調整して最適条件を見出す必要がある。このうち、基板表面温度分布やガス温度分布については、温度分布を±5℃以下の精度で調整することが要求され、先に述べた加熱方式において、種々の工夫がなされてきた。

(発明が解決しようとする課題)

このような従来の温度分布調整手段の一例を第8図(イ)に示す。同図は第1図(イ)に対応する反応炉の上部の断面図であり、温度分布の調整手段を設けた抵抗加熱方式の一例を示すもので、図中10、11、12は、それぞれに独立して制御可能なカーボン製のヒーター、3'はカーボン製のヒーター上に設置されたカーボンプレートである。第8図の装置で温度分布を調整するためにはカーボンヒーター10、11、12にそれぞれ異なる電流を供給し、第8図(ロ)に示すように基板の温度分布を均一とし、また基板に接するガス温度の分布を調整する。ただし、図は1例であ

の温度上昇を防いで安全性を確保し、かつ結晶薄膜の品質を維持するため第1図に示すように冷却ジャケット2内に冷却水等の冷却液を流し、反応炉1の壁面の冷却を行う。この冷却において冷却液の流路は(ロ)に示すように反応炉の外側から中央部に向かう1本のらせん状流路9として形成されている。

ところで以上の方法により、半導体基板上に結晶薄膜を形成する際、直径2インチ、3インチまたはそれ以上の大きさを有する半導体基板面内における結晶薄膜の膜厚、組成、不純物濃度の均一性が工業上重要となる。例えば膜厚の基板面内における変動は±2%以下が要求されIn<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As<sub>y</sub>P<sub>1-y</sub>等の混晶半導体の組成については例えばGa組成比xの基板面内における変動が±1%以下であることが要求される。同様に不純物濃度の基板面内における変動は例えば±5%以下に抑える必要がある。

膜厚均一性を決定する要因としては反応炉内での原料ガスの流れの状態、ガス濃度の分布、基板

り、必ずしも温度分布を図のように基板面内で均一にする必要はなく、要は結晶薄膜の膜厚、組成、不純物濃度等が均一となるように独立したカーボンヒーター10、11、12のそれぞれを調整することが重要である。

上に例を示した方法によっても、温度分布を調整し、均一な結晶薄膜を得ることは従来でも可能であったが、この方法は反応炉内に複数のカーボンヒーターを必要とし、かつカーボンヒーターそれぞれに対し、電流を供給する設備が必要となるため、反応炉の構造が複雑となり、設備費や装置の維持、管理の面で不利であった。

したがって、本発明の目的は、反応炉内部における温度分布の調整を簡便な方法で行い、装置を複雑にすることなく、維持、管理を容易にした構造であって、膜厚、組成、不純物濃度等が基板面内において均一な結晶薄膜を得ることができる、改良された反応炉を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明の上記目的は、反応炉の外周に冷却液用

の流路を設け、前記冷却液用の流路を2つ以上の独立した流路に分割して、この独立した流路各々に対して、冷却液の供給を可能とし、かつ冷却液の温度あるいは流量を該流路に対応して独立に調整可能としたことを特徴とする半導体薄膜気相成長装置によって達成された。

#### (実施例)

次に本発明を図示の実施例に基づきさらに詳細に説明する。

第1図は本発明の1実施例としての有機金属化学気相成長装置を示し、(イ)は反応炉上部の断面図、(ロ)は上部の冷却水の通路を平面図で示す説明図である。第1図では冷却ジャケット14内の仕切り板15を第7図に示すらせん状から同心円状とし、冷却ジャケット14を図に示すようにI、II、III、IV、Vの5つの独立した流路に分割している。冷却液は上記5つの独立した流路に対し、それぞれ独立に流量あるいは温度を調整して制御可能としている。なお第1図において16、17は各流路の、冷却液導入口及び冷却液

排出口をそれぞれ示す。なお、第7図と同符号は同じものを示す。

第2図、第3図及び第4図は第1図に示す半導体薄膜気相成長装置を用いて、 $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_y\text{P}_{1-y}$  結晶薄膜をInP基板上に作製した場合の各流路の冷却の影響を示すものである。第2図(イ)は各流路における冷却水量、(ロ)は各流路における原料ガス温度、(ハ)は各流路におけるAs組成、をそれぞれ示す。第3図(イ)、(ロ)、(ハ)も第2図(イ)、(ロ)、(ハ)に対応する。第2図は冷却水流量及び温度を各流路に対し等しくした場合であり、この場合、原料ガス温度が図に示すような分布をもつため $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_y\text{P}_{1-y}$  結晶薄膜中のAsの組成比 $y$ が基板面内で図のように不均一となってしまうことが分かる。これに対し第3図は冷却水の流量を各流路に対して調整した例、第4図は冷却水の温度を各流路に対して調整した例であり、それぞれ原料ガス温度をInP基板上部においてほぼ均一とすることによりAsの組成比 $y$ を均一にすることを可能としている。ただ

し、ここでは原料ガス温度を均一にすることで組成比を均一にした例を示しているが、反応炉の設計によっては必ずしも原料ガス温度を均一にする必要はなく、要は冷却液の温度や流量を調整して原料ガス温度分布や基板表面温度分布を調整し、膜厚、組成、不純物濃度等を均一化することが重要である。

なお、反応容器の材料としてはステンレス鋼やアルミ等の金属材料が石英等に比べ熱伝導率が大いいため冷却水によるガスの温度調整効果が大きくなり有利である。ただし、これは本発明の適用範囲に制限を与えるものではなく、反応容器の材質は装置の設計思想により適宜選択されるべきものであることは言うまでもない。

第5図及び第6図は本発明の他の実施例を示すものである。このように反応炉の構造は第1図の構造に限られるものでない。第5図において21はバレル型の反応炉、22は冷却ジャケット、23は基板保持台、24は基板、25は冷却ジャケットを流路I、II、III、IV、V、VIに仕切る仕

切り板である。26、27は各流路I～VIのそれぞれの冷却液導入口及び排出口を示す。28は原料ガスを示す。第6図において、31は横型反応炉であり、32～38は第5図の22～27に対応する部位を示す。このように第5図に示すいわゆるバレル型の反応炉及び第6図に示す横型の反応炉等種々の構造の反応炉に対し、本発明の適用が可能であり、いずれの場合も冷却ジャケットを2つ以上の流路に分割し、各々の流路に対し、冷却液の流量及び温度を調整することにより結晶薄膜の膜厚、組成、不純物濃度の均一性を向上させることが可能である。

なお、以上の説明では冷却液として水を用いた例を示したが、エチルアルコールやその他の不揮発液、あるいは液化窒素等を用いた場合にも本発明は十分に適用可能であり、反応炉の構造や用途、目的により選択されるべきである。

また、上の例では半導体結晶薄膜の例として、InP/InGaAsP系の材料を用いたが、その他のGaAs/GaAlAs系の材料やSi等の材料に対しても本発明

は広く適用可能である。さらに、上の例では半導体薄膜気相成長装置の例として有機金属化学気相成長装置をあげたが、他のクロライドVPE装置、ハライドVPE装置等広く半導体薄膜気相成長装置に対し、本発明は容易に適用可能であることは言うまでもない。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば反応炉冷却ジャケットの流路を分割し、分割された各々の流路に対し、独立に流量あるいは温度を調整した冷却液を導入することにより簡単な構造によって反応炉内部の温度分布を調整可能であり、原料ガスの温度分布を容易に制御でき、装置を複雑にすることなく維持管理を容易にした構造で基板面内における膜厚、組成、不純物濃度等の均一性良好な半導体結晶薄膜を得ることができ工業的価値が大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の1実施例としての有機金属化学気相成長装置を示すもので、(イ)は反応炉上

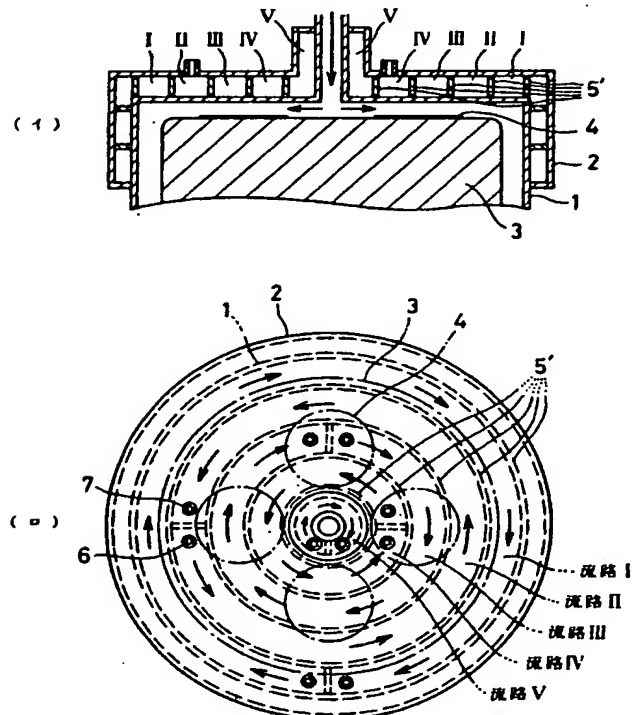
部の断面図、(ロ)は該上部の冷却水の通路を平面図で示す説明図である。第2図、第3図及び第4図の(イ)、(ロ)、(ハ)は第1図の反応炉の冷却ジャケットの各流路における、冷却水量、原料ガス温度及びAs組成をそれぞれ示す。第5図(イ)はパレル型の反応炉に適用した本発明の有機金属化学気相成長装置の一部断面図、(ロ)はその側部の冷却液の導入口及び排出口の設置状態の説明図、第6図は横型反応炉に適用した本発明の実施例を示す斜視図である。第7図は従来の有機金属化学気相成長装置を示し、(イ)は反応炉上部の断面図、(ロ)は該上部の冷却水の通路を平面図で示す説明図、(ハ)は(イ)の(a)部の拡大断面図である。第8図(イ)は従来の加熱装置の温度分布調整手段の1例の断面図であり、第8図(ロ)は該装置を用いたときの基板の温度分布を示す説明図である。

#### 符号の説明

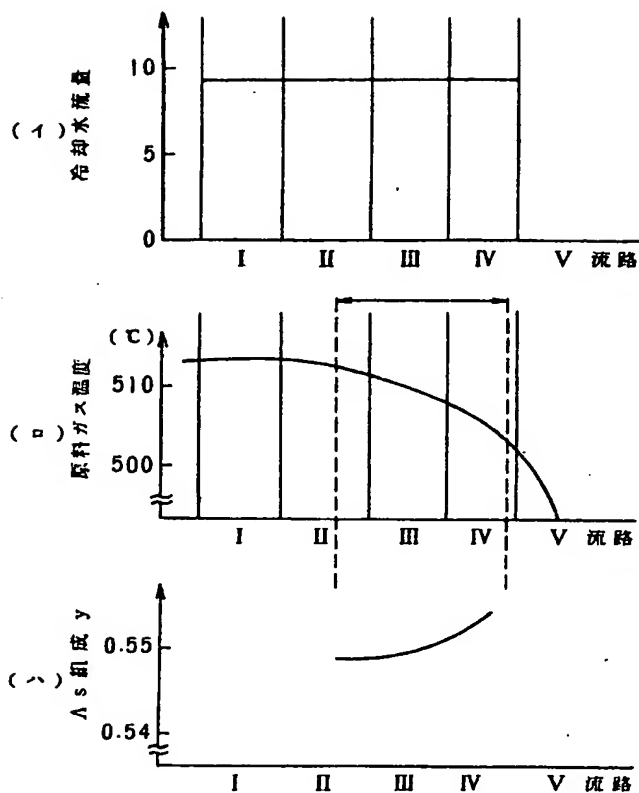
- 1, 21, 31…反応炉  
2, 22, 32…冷却ジャケット

- 3, 23, 33…基板保持台  
4, 24, 34…基板  
5, 25, 35…仕切板  
6, 26, 36…冷却液導入口  
7, 27, 37…冷却液排出口  
8, 28, 38…原料ガス  
I~VI…同心円状冷却液流路

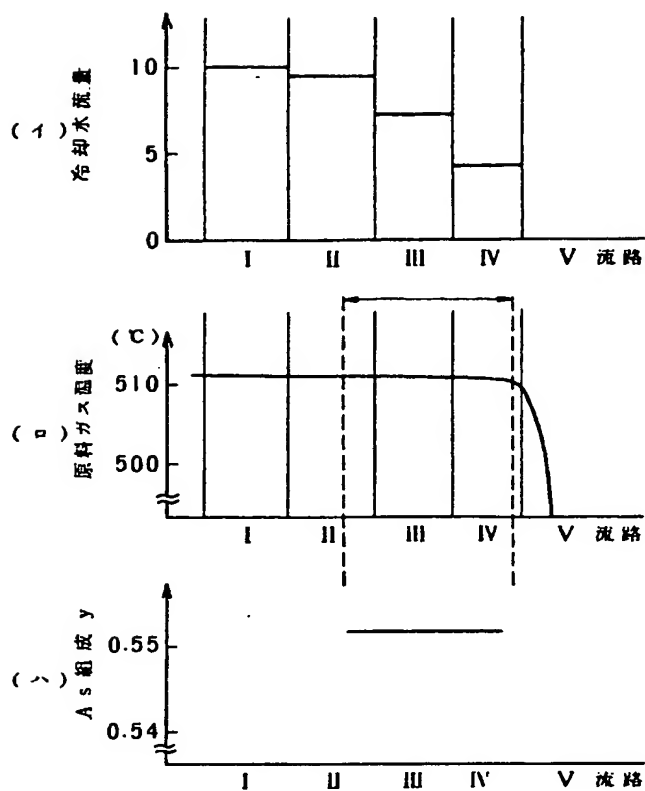
特許出願人 古河電気工業株式会社  
代理人 弁理士 飯田 敏



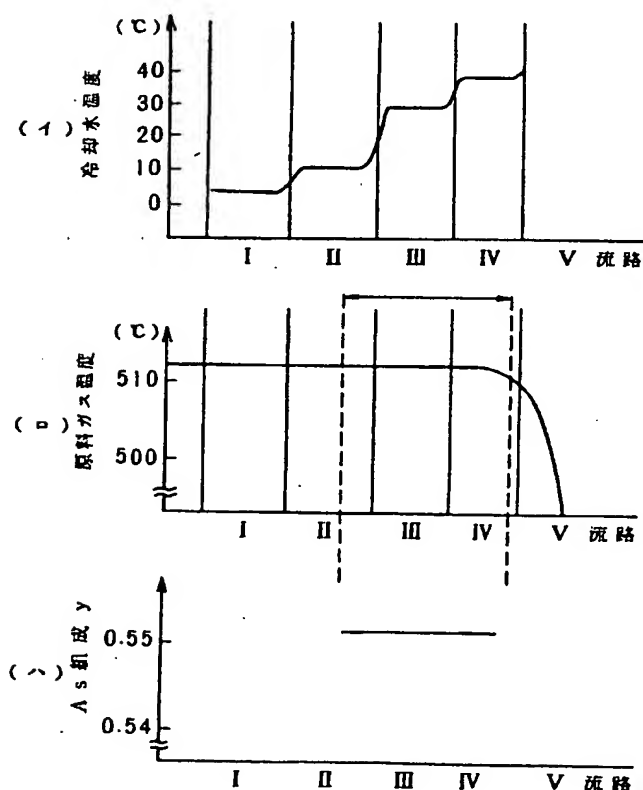
第 1 図



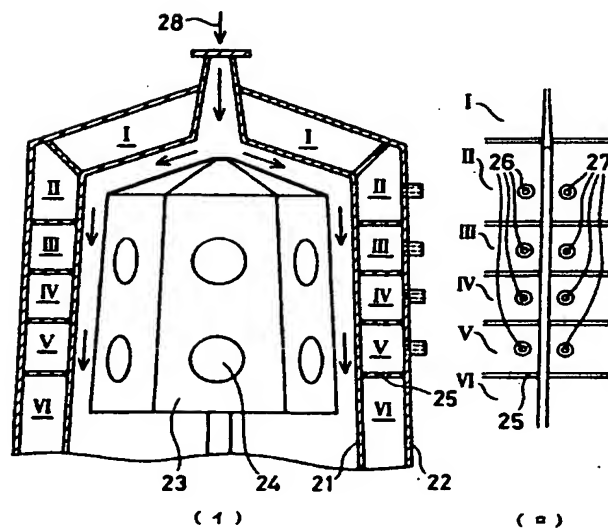
第 2 図



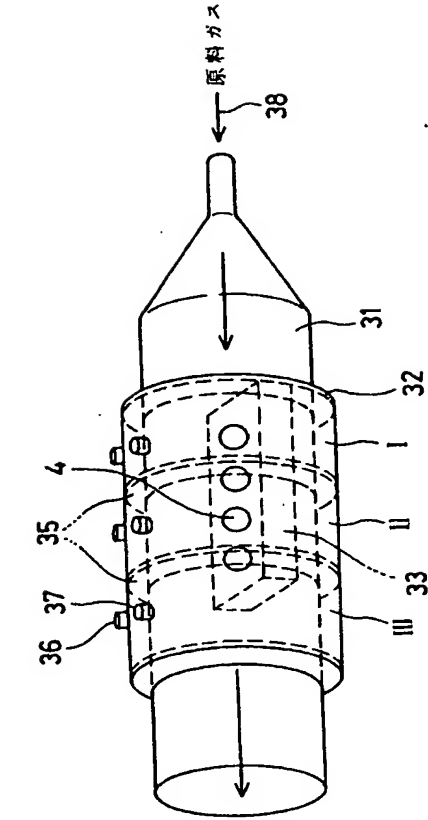
第 3 図



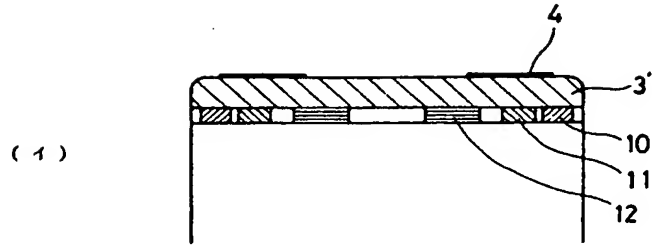
第 4 図



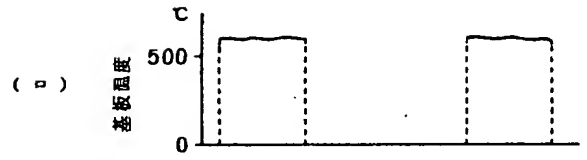
第 5 図



第 6 図

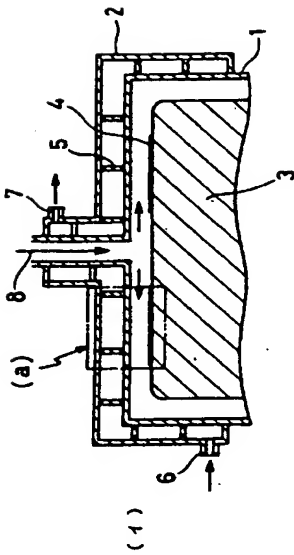


(1)

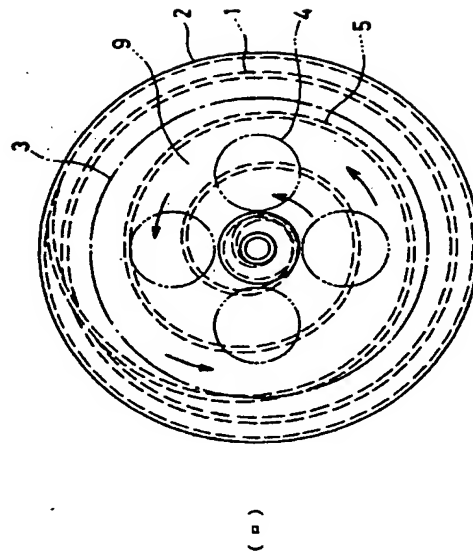


(2)

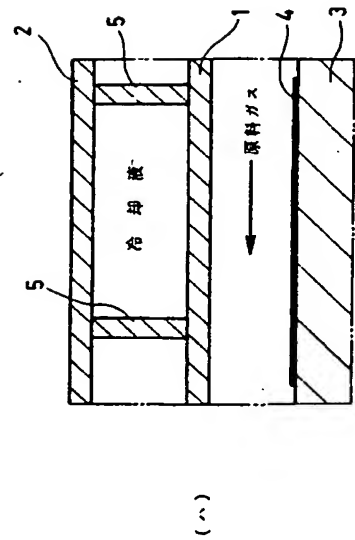
第 8 図



(1)



(2)



(3)

第 7 図